

В.А.Иванов*, А.В.Прусов*, А.Н.Демидов**,
Р.Я.Миньковская**, В.М.Шестопапов***

**Морской гидрофизический институт НАН Украины, г.Севастополь*

***Морское отделение Украинского научно-исследовательского
гидрометеорологического института, г.Севастополь*

****Институт геологических наук НАН Украины, г.Киев*

ВОДНЫЙ БАЛАНС СЕВАСТОПОЛЬСКОГО РЕГИОНА, ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ИХ УВЕЛИЧЕНИЕ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВОДОХРАНИЛИЩА В БАЛКЕ ТЁМНОЙ

На основе гидрометеорологических, гидрогеологических наблюдений и данных водохозяйственного учёта оценен водный баланс Севастопольского региона, поставлена под сомнение целесообразность строительства водохранилищ на р. Черной, рассмотрена возможность строительства и эксплуатации водохранилища в балке Темной (Камышловской).

Важной предпосылкой рационального природопользования, соблюдения принципов устойчивого развития является правильная оценка водного баланса и водных ресурсов региона. Балансовая оценка водных ресурсов территорий заключается в определении соотношения количества осадков, поверхностных и подземных вод, их оттока за пределы региона, величины испарения, использования водных ресурсов. В настоящее время такая оценка может быть только приближённой, но она даёт возможность уточнить современные составляющие водного баланса и наметить пути улучшения водообеспечения. Особенно актуальны водохозяйственные расчёты для территорий с засушливым климатом, проблемным водоснабжением, к которым относится Севастопольский регион.

В настоящей работе на основе данных МО УкрНИГМИ [1], наблюдений Гидрометеослужбы Украины [2], материалов Управления водного хозяйства [3], Государственного управления охраны окружающей природной среды в г. Севастополе [4], ЗАО «Крымниопроjekt» [5, 6] и др. организаций и ведомств выполнена оценка составляющих водного баланса Севастопольского региона, водных ресурсов и их использования, предложены меры по улучшению водообеспечения Севастопольского региона с учётом принципов рационального природопользования.

В Севастопольском регионе (рис.1) основными поверхностными источниками воды являются реки Чёрная, Бельбек и Кача, около 40 прудов и 5 водохранилищ.

Суммарный среднегодовое сток рек составляет 155 млн. м³, суммарный годовой сток в маловодные годы (обеспеченностью 95 %) – 55 млн. м³.

Крупнейшее водохранилище – Чернореченское, по данным ЗАО «Крымниопроjekt» [5], имеет полный объём 60,4 млн. м³ (при нормальном подпор-

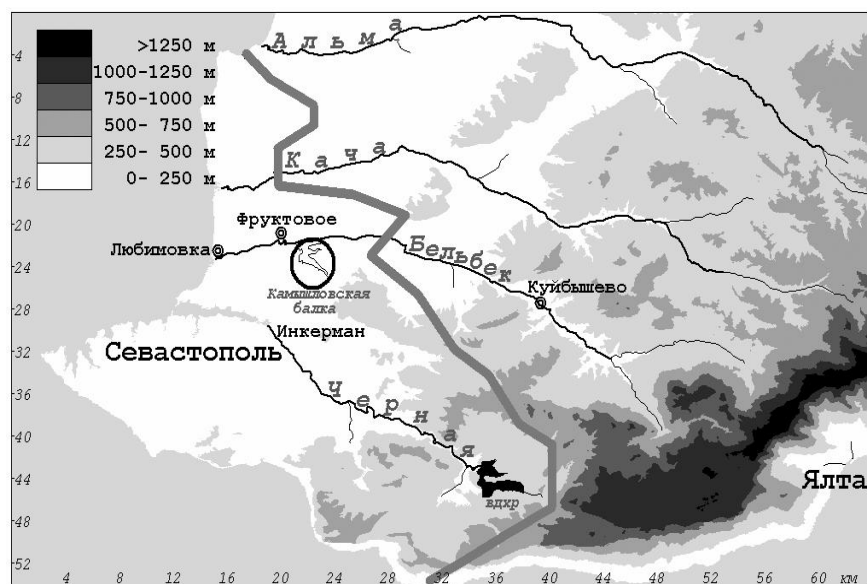


Рис. 1. Карта-схема региона.

ном уровне воды 261,0 м. абс.), что меньше проектного полного объёма на 3,6 млн. м³, так как за 40 лет его эксплуатации чаща водохранилища заилилась. При этом площадь зеркала водохранилища несколько увеличилась и составляет в настоящее время 6,1 км². Его полезная отдача (общая отдача воды потребителям) 43,1 – 48,1 млн. м³ [7].

Общий объём воды в небольших водохранилищах и прудах изменчив и колеблется в пределах 10 – 20 млн. м³.

Таким образом, годовой объём пресных поверхностных вод региона в средние по водности годы составляет 220 – 230 млн. м³. Из этого количества воды к поверхностным водным ресурсам можно отнести около 80 – 85 млн. м³, так как не вся пресная вода, в соответствии с требованиями природоохраны, может быть использована для нужд водообеспечения. Ресурсы поверхностных вод в настоящее время используются в среднем на 60 %. Коэффициент использования стока р. Чёрной после сооружения Чернореченского водохранилища (по отношению к естественному стоку реки) высок и составляет в средний по водности год 62 %, в маловодный 75 % и более (иногда до 95 – 100 %), а ресурсы р.Бельбек и р.Кача используются в меньшей степени, особенно в периоды повышенной водности рек.

Водоснабжение г.Севастополя осуществляется путём водозабора поверхностных вод из водонакопителей гидроузлов, расположенных на р.Чёрной ниже Чернореченского водохранилища на 14 км и более. Поэтому фактический забор воды из р.Чёрной из-за потерь и технических особенностей систем водоснабжения меньше полезной отдачи Чернореченского водохранилища [7].

Кроме вод Севастопольского региона, существует возможность водозабора из Межгорного водохранилища в объёме 29,2 млн. м³, но это дорогая днепровская вода.

Среднемноголетний водозабор подземных вод составляет 15,9 млн. м³ (с учётом отбора за пределами Севастопольского региона), что на 43 % меньше, чем в 80 – 90-е гг. прошлого века, что обусловлено снижением уровня хозяйственной деятельности, уменьшением населения, неучтённым водоотбором.

Забор морских вод для водообеспечения региона составляет 15,4 млн. м³. Кроме того, из скважин Гераклеийского п-ова горожане получают в среднем 5 – 6 млн. м³, а при восстановлении нецентрализованных, заброшенных скважин и каптажей можно получить дополнительно 3,7 млн. м³ воды. В настоящее время местные подземные воды (по данным сводной государственной статистической отчётности) отбираются в объёме 10 – 14 млн. м³, резерв оценивается в 30 – 32 млн. м³ (с учётом разведанных, утверждённых и перспективных запасов подземных вод).

Таким образом, с учетом возможности отбора воды из различных источников, водные ресурсы региона составляют 170 – 180 млн. м³, то есть вполне достаточны для водообеспечения региона даже в маловодные годы, особенно при сокращении потерь при транспортировании воды, а также совершенствовании водных технологий.

Средний забор воды составляет в настоящее время 80,6, используется (по техническим причинам) только 46,1 % от имеющихся водных ресурсов. Из этих 46,1 % потери составляют около 35 % (значительные транспортные потери, обусловленные утечками из-за неудовлетворительного состояния систем водоснабжения и водоотведения, неучтённое водопользование), а 65 % после использования возвращается в виде сбросов на поля фильтрации, в водные объекты (в основном море) и подземные горизонты. Сбросы сточных вод также являются одной из составляющих водного баланса. Это приводит к снижению качества водообеспечения г.Севастополя, нерациональному использованию водных ресурсов.

Средняя годовая потребность региона в воде для водоснабжения оценивается водохозяйственными организациями в пределах 60,5 – 160 млн. м³/год. Учитывая современное состояние развития региона (сокращение промышленного и сельскохозяйственного производства), среднюю годовую потребность в воде можно оценить приблизительно в 80 млн. м³.

Следовательно, в средние по водности и многоводные годы водных ресурсов региона хватает для удовлетворения нужд населения и хозяйства. Однако, в засушливые годы и в межень, при дефиците осадков, высокой температуре воздуха и увеличении числа отдыхающих возникает дефицит пресной воды, достигающий 30 млн. м³.

Дефицит водообеспечения в засушливые периоды сказывается на социально-экономическом развитии и экологическом состоянии Севастопольского региона, является одной из основных проблем, имеющей несколько аспектов:

- эпизодичность возникновения природного дефицита воды;
- нерациональное использование водных ресурсов;
- потери в результате технических проблем, несанкционированного водоотбора и др.

Исходя из этого, совершенствование водообеспечения Севастопольского региона связано с решением ряда технических и организационных задач:

- разработка программы рационального использования водных ресурсов

с учётом прогноза развития города;

- прогнозирование водности;
- внедрение водосберегающих технологий;
- модернизация системы водоснабжения, очистки вод и канализования;
- сооружение резервного водохранилища;
- создание комплексной централизованной системы мониторинга вод;
- увеличение штрафных санкций за самовольное проведение гидротехнических работ (бурение скважин, сооружение дамб, каналов), несанкционированного забора воды и нарушение природоохранного законодательства на водосборах;
- сохранение и восстановление зелёных насаждений, естественной растительности;
- тампонаж буровых скважин, выведенных из эксплуатации;
- корректирование паспортов поверхностных и подземных водозаборов;
- установление водоохранного режима в прибрежных защитных полосах;
- направление средств, поступающих в бюджет за спецводопользование, штрафов за нарушение природоохранного законодательства для восстановления водных ресурсов и совершенствование системы водообеспечения.

Одним из крупных инвестиционных проектов, касающихся водных ресурсов Севастополя, является предложение построить на р.Черной каскад водохранилищ – гидроэлектростанций. По нашему мнению это нецелесообразно по ряду причин.

Река Черная (с Чернореченским водохранилищем) – один из основных источников водоснабжения Севастопольского региона и качество её воды может ухудшиться после сооружения водохранилищ, так как уменьшится самоочищающая способность воды.

Охраняемый государством (с 1947 г.) Чернореченский каньон является территорией строго ограниченного пользования, так как входит в зону санитарной охраны источника питьевого водоснабжения, а строительство водохранилищ нарушит режим охраны. Уникальный Чернореченский каньон, при осуществлении такого проекта, может лишиться краснокнижных видов растений и животных.

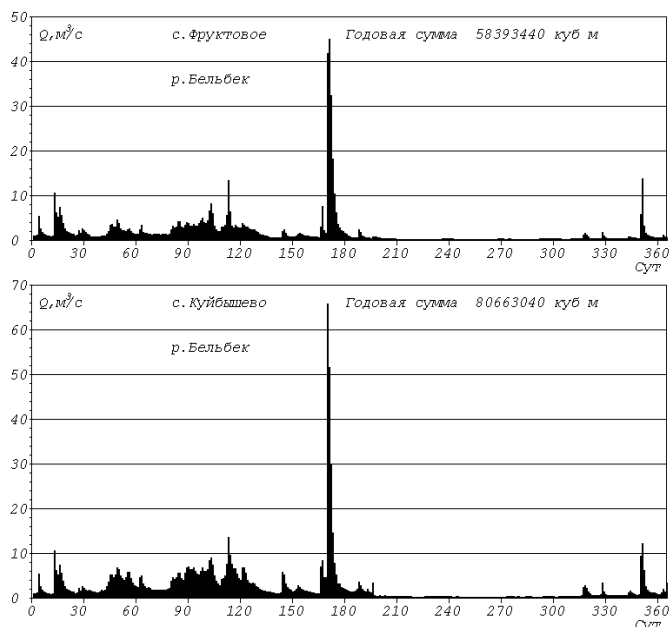
Строительство водохранилищ на р.Чёрной, учитывая существенные объёмы использования её водных ресурсов, экономически не обосновано, так как гидроэнергетический эффект от их сооружения ограничивается дополнительной выработкой электроэнергии, составляющей лишь 5 % от общей потребности, а при аварийной ситуации регион может остаться без питьевой воды, что приведёт к существенному ущербу для хозяйства и населения.

Поэтому целесообразность строительства высоконапорной ГЭС (в районе с.Хмельницкое) или 6 средненапорных ГЭС в Чернореченском каньоне на землях ландшафтного заказника общегосударственного значения «Байдарский» незаконно, не обосновано, может негативно сказаться на экономике и экологии региона.

По мнению авторов принципиально улучшить обеспечение региона пресной водой могло бы сооружение наливного водохранилища на р.Бельбек в балке Тёмной (Камышловской). Это позволит решить и проблему затопления и подтопления в долине р.Бельбек, в том числе и посёлка

Любимовка (рис.1).

В настоящее время ресурсы р.Бельбек в Севастопольском регионе почти не используются. На рис.2 представлен гидрограф р.Бельбек за 1987 г., отражающий основные особенности водного режима реки. Сток в этом году был близок к среднему многолетнему. Из рисунка видно, что почти весь сток пришёлся на первую половину года. Среди многочисленных паводков, когда среднесуточный расход был



Р и с . 2. Гидрографы (м³/с) р.Бельбек в селах Фруктовое и Куйбышево (1987 г.).

менее 10 м³/с, отмечен значительный летний паводок (66 м³/с в с.Куйбышево и 45 м³/с в с.Фруктовом), при этом мгновенные значения расхода достигли рекордных отметок: 120 м³/с (с.Куйбышево) и 87 м³/с (с. Фруктовое), что почти на 2 порядка выше среднегодовых значений.

Сравнение среднего годового расхода воды р.Бельбек в с.Куйбышево (80,7 млн. м³) и с.Фруктовое (58,4 млн. м³), расположенных в 20 км друг от друга, показывает, что в 1987 г. 22,3 млн. м³ было изъято между этими пунктами, а оставшиеся 58 млн. м³ воды почти полностью поступило в море. Именно избыток воды в период паводков и предлагается накапливать в Камышловском водохранилище и использовать для улучшения водоснабжения региона.

Оценим возможность строительства и эксплуатации водохранилища в Камышловской балке.

Балка длиной около 1 км расположена в двух километрах восточнее с.Фруктовое и в 6 км от моря (рис.1). На рис.3 представлен вид на балку со стороны её верховья. Железнодорожный мост пересекает устье балки. Поверхность земли под мостом возвышается на 24 м над уровнем моря. Склоны балки крутые (средний угол наклона откоса к горизонту 20 – 30°), следовательно, площадь зеркала водохранилища будет относительно небольшой, что сведет к минимуму потери воды при испарении. В настоящее время устье балки, где когда-то были фруктовые сады, подтоплено грунтовыми водами на 1 – 1,5 м (рис.4).

Из материалов, представленных институтом «Геокоминтиз», следует, что геологическое строение Камышловской балки обусловлено её генезисом. Балка образовалась путём размыва известнякового массива речными водами и склоновым стоком. Поэтому коренными породами балки являются плотные известняки. Они образуют её склоны, выступая на поверхность в



Р и с . 3 . Вид на Камышловскую балку (август 2008 г.); на заднем плане – железнодорожный мост и подтопленный участок балки.



Р и с . 4 . Подтопленный (на 1 – 1,5 м) фруктовый сад в Камышловской балке (август 2008 г.).

верхних частях откосов балки. Затем сток стал заполнять долину балки наносами. Эти наносы, подвергнувшись трансформации, образовали насыщенные водой илистые глины. Толщина слоя наносов в устье балки достигает 19 м, постепенно уменьшаясь к её верховью до нуля. Нижний слой наносов представляет собой плотную, вязкую глину, насыщенную влагой. Верхний слой, около 2 м, – земля с примесью гальки. Ниже верхнего слоя находились грунтовые воды, проявлявшиеся в виде ставков в устьевой части балки, но сегодня уровень грунтовых вод повысился до такой степени, что они вышли на поверхность.

В устье балки может быть построена дамба. Есть 2 варианта её строительства: под мостом, на высоту моста с дальнейшим прохождением железной дороги по дамбе и за мостом, в таком случае дамба может достигать высоты 40 – 50 м. Наполнять водохранилище можно либо с помощью насосов из буферного водоёма, построенного на р.Бельбек восточнее дамбы, или, что предпочтительней, отбирая воду из р.Бельбек в 7 – 10 км выше по течению (с уровня 80 – 100 м), что позволит подавать её в водохранилище самотеком по железобетонному лотку (рис.5).

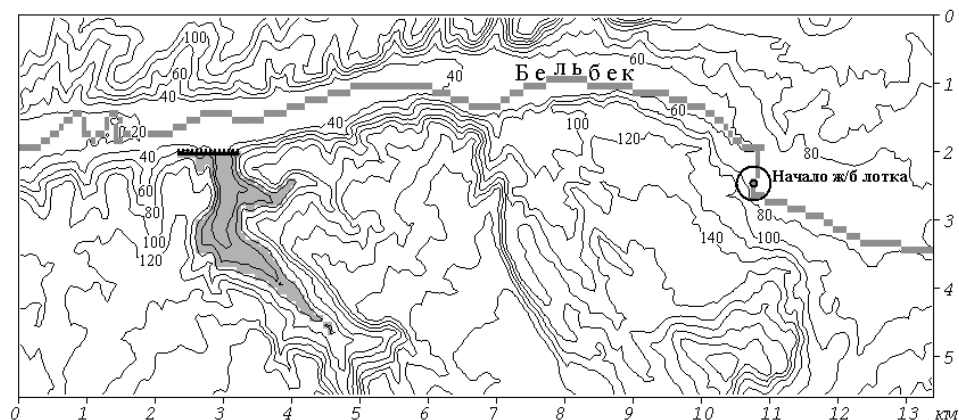
Оценим пропускную способность железобетонного лотка при следующих параметрах: сечение лотка – полукруг, материал – бетон (коэффициент трения равен 0,014), уклон $i = 5 \text{ м}/5000 \text{ м}$. Тогда средняя скорость (v_{cp}) определена по формуле Шези

$$v_{cp} = C\sqrt{R \cdot i}, \quad (1)$$

где R – гидравлический радиус; коэффициент Шези (C) рассчитан по формуле Павловского в зависимости от коэффициента шероховатости n

$$C = \frac{1}{n} R^y, \quad (2)$$

$$y = 2,5\sqrt{n} + 0,13 - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0,1). \quad (3)$$



Р и с . 5 . Камышловское водохранилище при глубине заполнения 55 м и участок водозабора из р.Бельбек (84 м над уровнем моря).

Максимальная скорость V_{\max} и пропускная способность лотка Q при разных диаметрах D лотка приведены в табл.

Таким образом, лоток диаметром 5 – 6 м будет пропускать почти все паводки, кроме катастрофических, которые бывают на р.Бельбек раз в несколько лет.

Для расчёта заполнения водохранилища использовалось уравнение водного баланса за сутки (по ежесуточным данным 1987 г.) в виде

$$V_{\text{конец}}(t) = V_{\text{начало}}(t) + V_1(t) + V_2(t) - V_3(t) - V_4(t) - V_5(t) - V_6(t) - V_7(t), \quad (4)$$

где $V_{\text{начало}}$, $V_{\text{конец}}$ – объём водохранилища в начале и конце суток; V_1 – суточный объём переброски стока из р.Бельбек; V_2 – сумма осадков на зеркало водохранилища; V_3 – испарение с водной поверхности; V_4 и V_5 – фильтрация воды через боковую поверхность и дно водохранилища соответственно; V_6 – сток р.Бельбек ниже водохранилища; V_7 – объём водозабора для нужд региона.

При этом учитывались как аварийный сброс воды в случаях катастрофических паводков (при переполнении водохранилища), так и прекращение подачи воды в город при достижении критических (минимальных) высот уровня воды.

В качестве V_1 использовались данные среднего суточного расхода воды р.Бельбек в с.Фруктовое (рис.2) в 1987 г. Для оценки величин V_2 и V_3 – осадков, выпавших на зеркало водохранилища, и испарения с его водной поверхности приняты суточные суммы осадков в Севастополе (за 1987 г.) и максимальное (по данным многолетних наблюдений) среднемесячное испарение с водной поверхности в районе с.Счастливое, где метеорологические условия близки к условиям Камышловской балки (рис.6).

Расчёт выполнялся на наиболее неблагоприятные условия, когда потери на испарения максимальные. Средние многолетние величины испарения в рассматриваемом районе меньше и

Т а б л и ц а . Максимальная скорость и расход при полном заполнении железобетонного лотка.

D , м	V_{\max} , м/с	Q , м ³ /с
4	2,3	14,2
5	2,8	27,2
6	3,3	46,2

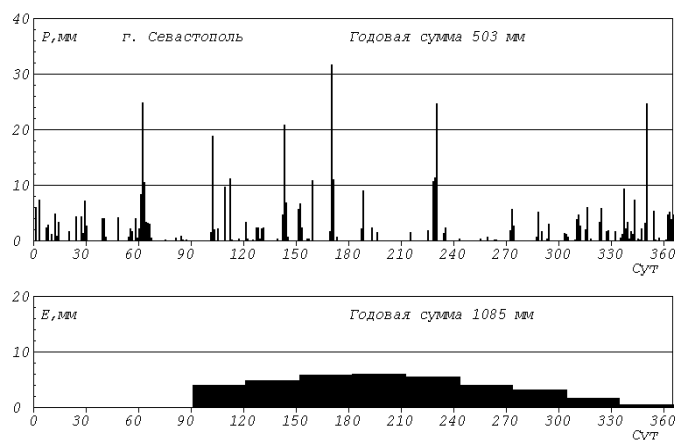


Рис. 6. Суточная сумма осадков (мм) в г.Севастополе и максимальное (по данным многолетних наблюдений) среднесуточное испарение с водной поверхности в районе с.Счастлиное.

ности учитывается её трещиноватость, впитывание, фильтрационная способность. Трещиноватость и закарстованность известняков балки нуждается в дополнительных исследованиях. И если они значимы, будет необходимо осуществить гидроизоляцию бортов водохранилища (плёночное покрытие, цементизацию, глинизацию и др.)

Впитывание воды грунтами будет существенным на начальном этапе заполнения водохранилища, поэтому при дальнейшей эксплуатации им можно пренебречь.

Оценка фильтрации воды в грунт проводилась на основе данных АО «СИГИНТИЗ» о коэффициентах фильтрации подстилающих пород, полученных при строительстве полигона бытовых отходов в Первомайской балке (аналогичной Камышловской по геологическому строению), с учётом площадей склонов и дна, степени заполнения водой Камышловского водохранилища и углов наклона склонов. Боковая фильтрация через известняки V_4 оценивалась по результатам эксперимента в пробной скважине Первомайской балки, где коэффициент фильтрации в известняках составлял 0,043 м/сут. Коэффициент фильтрации V_5 для глины (дно водохранилища) составляет 0,001 – 0,0001 м/сут. После насыщения водой глинистого слоя дна водохранилища, вода будет фильтроваться через коренные известняковые породы вниз и в горизонтальном направлении через глинистый слой в устье водохранилища. В нашем случае фильтрация через дно водохранилища, по сравнению с оттоком через боковую поверхность, не существенна (в 300 раз меньше).

Рассмотрим два варианта заполнения водохранилища водой: без гидроизоляции боковой поверхности и с гидроизоляцией.

На рис.7 показано водное зеркало водохранилища (серая штриховка) при его заполнении на 2; 40 и 55 м.

В правых, нижних углах дано поперечное водное сечение водохранилища в районе дамбы. Видно, что площадь водного зеркала $S_{\text{зрк}}$ увеличивается с ростом глубины z довольно медленно, и при $z = 70$ м, когда объём водохранилища достигает 60 млн. м³ (объёма Чернореченского водохранилища),

составляют около 810 мм.

Основными потерями воды в водохранилище будут потери на инфильтрацию. Их величина зависит от многих факторов, но главные – размеры водохранилища, водопроницаемость грунта и глубина залегания грунтовых вод. При оценке инфильтрационных свойств подстилающей поверх-

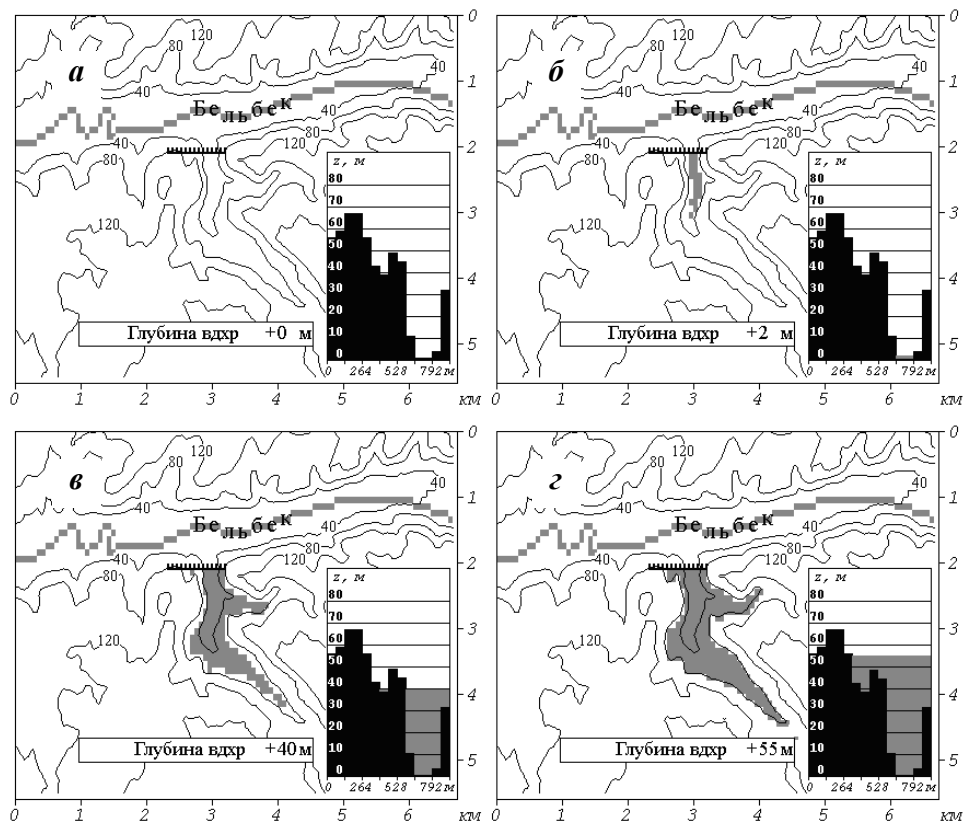


Рис. 7. Зеркало водохранилища и профиль водного сечения у дамбы (серая штриховка) при глубинах: 0 (а), 2 (б), 40 (в), 55 (г) м.

площадь его водного зеркала равна 2 млн. м², что в 3 раза меньше, чем у Чернореченского водохранилища при его максимальном заполнении. Соответственно, меньше и потери на испарение с водной поверхности.

На рис.8 приведены функции изменения объёма водохранилища $V(z)$, площади его водного зеркала $S_{\text{зерк}}(z)$ и боковой поверхности $S_{\text{бок}}(z)$ в зависимости от его наполнения z (глубины).

Функции $S_{\text{зерк}}(z)$ и $S_{\text{бок}}(z)$ использовались нами для оценки инфильтрационных потерь воды из водохранилища. На рис.9 представлен временной ход оттока воды через боковую поверхность водохранилища в условиях отсутствия гидроизоляции бортов, т.е. при значении коэффициента ин-

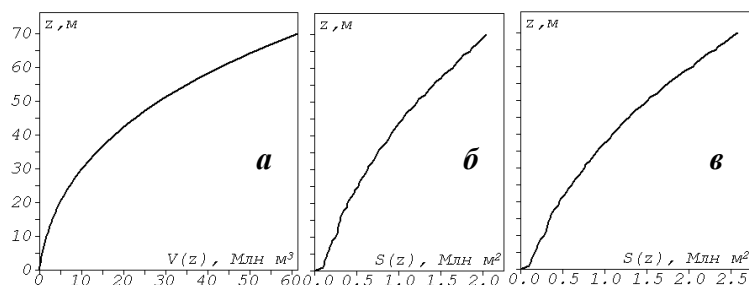


Рис. 8. Кривые объёмов (а), площадей (б) водохранилища и площадей боковой поверхности (в) водохранилища.

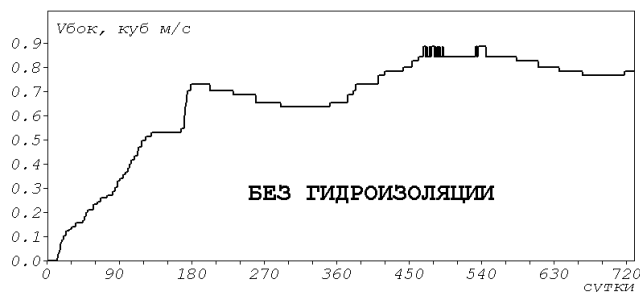


Рис. 9. Ожидаемый отток ($\text{м}^3/\text{с}$) через боковую поверхность водохранилища при отсутствии гидроизоляции. Заполнение водохранилища рассчитано для гидрометеорологических условий 1987 г.

фильтрации $0,043 \text{ м/сут.}$ Видно, что в условиях полного наполнения водохранилища отток воды через боковую поверхность может достигнуть ($0,9 \text{ м}^3/\text{с}$). После насыщения водой известняковых пород коэффициент инфильтрации, а значит и отток, несколько уменьшатся. В любом случае необходимо

дополнительные и тщательные полевые исследования подстилающей поверхности и, в частности, известняков в балке, чтобы дать окончательный ответ на вопрос о величине оттока воды за счёт инфильтрации и необходимости проведения гидроизоляционных работ.

Для исключения горизонтальной фильтрации в устье долины через почвенный слой гидроизолированное основание дамбы должно быть заглублено в грунт более чем на 2 м, а для полного исключения горизонтальной фильтрации через глины (которая, впрочем, пренебрежимо мала) необходимо заглубить гидроизоляцию на 19 м.

Дополнительным аргументом в пользу строительства водохранилища в Камышловской балке является наличие и накопление фильтрата на полигоне ТБО в Первомайской балке. И хотя искусственного заполнения водой ёмкости полигона нет, накопление воды в нём преобладает над оттоком в почву, притом, что фильтрат свалки — агрессивная жидкость, способная (в отличие от пресных вод) более эффективно прокладывать себе пути в грунтах. Об отсутствии существенной фильтрации в Первомайской балке свидетельствует и то, что в Инкерманской долине, в Чёрной речке не выявлен рост загрязнения из-за многолетнего функционирования городского полигона ТБО.

Кроме того, объёмы ожидаемых потерь взяты нами по

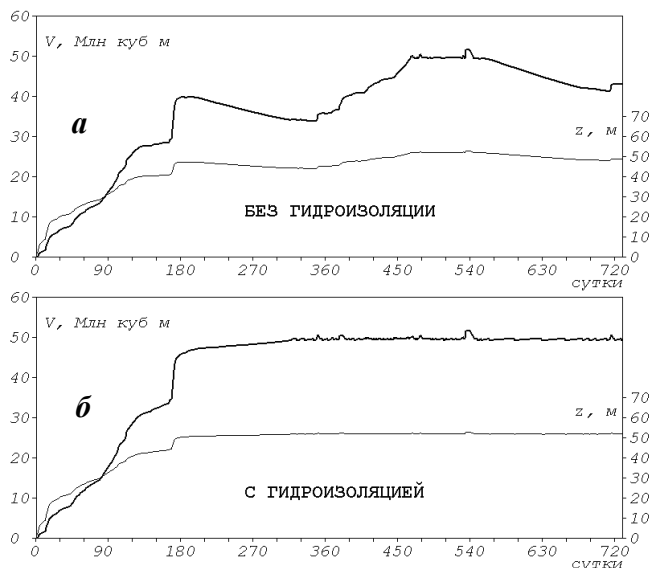
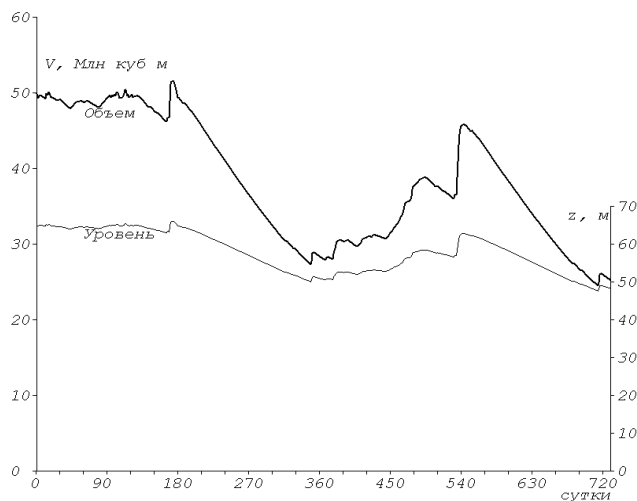


Рис. 10. Изменение объёма $V(z)$ и глубины z во времени при заполнении водохранилища для гидрометеорологических условий 1987 г. без гидроизоляции (а) и с применением гидроизоляции (б)



Р и с . 1 1 . Изменение объёма (V) и глубины (z) водохранилища при его эксплуатации без гидроизоляции в условиях 1987 г.

существенное отличие: заполнение без гидроизоляции происходит медленней и, достигнув на 180-е сутки максимума, объём и глубина начинают почти полугодовой спад из-за превышения бортового оттока в межень над приходом воды. Последующий рост объёма и глубины наступают с началом следующего годового цикла.

В случае использования гидроизоляции (рис.10, б) объём и глубина за полгода достигают максимума и далее остаются практически постоянными.

Особенности эксплуатации водохранилища при гидрометеорологических условиях 1987 г. и отсутствии гидроизоляции бортов проиллюстрирован на рис.11. При этом в п.Любимовка поступает расход воды р.Бельбек, равный $0,1 \text{ м}^3/\text{с}$, в г.Севастополь из водохранилища подаётся $1 \text{ м}^3/\text{с}$. На рисунке показан временной ход объёма $V(z)$ и глубины z . Из него видно, что при непрерывной подаче воды в город объём воды в водохранилище, с учётом её поступления, уменьшился за год до 30 млн. м^3 .

При условии прокладки подземного водовода длиной 6 км вода в город (на 3-й гидроузел) может подаваться самотёком, так как дно водохранилища расположено на 25 м выше уровня моря.

Таким образом, строительство и эксплуатация Камышловского водохранилища ликвидирует периодически возникающий дефицит пресной воды и создаст дополнительный резерв водных ресурсов для перспективного развития региона.

Выводы.

1. Водные ресурсы региона достаточны для его водообеспечения и имеют запас.
2. Строительство водохранилищ на р.Черной нецелесообразно, так как её водные ресурсы уже используются максимально.
3. Строительство водохранилища на р.Бельбек в Камышловской балке (Тёмной) практически возможно, экономически и экологически целесообразно.

максимуму и можно полагать, что на самом деле они будут меньше. Это подтверждает наличие поверхностных вод в устье Камышловской балки в летний, засушливый период.

Заполнение водохранилища – изменение объёма $V(z)$ и глубины z (правая шкала) при условиях 1987 г. показано на рис.10 в двух вариантах: без применения гидроизоляции и с её применением. Видно

4. Камышловское водохранилище может дать Севастополю 30 – 60 млн. м³ воды в год.

5. Регулирование паводочного стока р.Бельбек водохранилищем избавит от подтоплений и затоплений 5 – 7 км долины (сады), низовья р.Бельбек (п.Любимовка).

6. Для гарантированного водообеспечения региона необходимо развитие средств накопления и сохранения воды, совершенствование системы водоподдачи и водоотведения.

7. Проблемы при осуществлении проекта заключаются в прокладке лотка длиной, как минимум, 4 км (от отметок 75 до отметок 70 м), водовода в г.Инкерман; осуществлении гидроизоляции боковой поверхности водохранилища; заилении чаши водохранилища со средней скоростью 6 см/год [9].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Комплексная программа охраны окружающей природной среды, рационального использования природных ресурсов и экологической безопасности г. Севастополя на период до 2010 года.*– Севастополь, 2001.– 316 с.
1. *Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши.*– 1955/2006.– т.2, ч.2, вып.2.
2. *Водоохранные зоны реки Чёрной и паспортизация рек Байдарка, Айтодорка, Бага Нижняя, Сухая речка зоны города Севастополя.*– Симферополь: «Крымгипроводхоз», 2005.– 119 с.
3. *Екологічний паспорт міста Севастополь.*– Севастополь, 2006-2007.
4. *Пояснительная записка. Водохозяйственные расчёты Чернореченского водохранилища.*– Симферополь: ЗАО «Крымниопроект», 1998.– 30 с.
5. *Чернореченское водохранилище (водохозяйственный паспорт).*– Симферополь: ЗАО «Крымниопроект», 1997.– 19 с.
6. *Иванов В.А., Прусов А.В.* Речной сток юга Украины: количественные оценки паводков, принципы управления и прогноз.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006.– 232 с.
7. *Гожик П.Ф., Иванов В.А.* Природные ресурсы и их освоение в шельфовых зонах Азово-Черноморского бассейна // Экологическая безопасность прибрежных и шельфовых зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008.– настоящий выпуск.
8. *Джаошвили Ш.В.* Реки Черного моря.– Тбилиси, 2003.– 186 с.
9. *Киселев П.Г.* Справочник по гидравлическим расчетам.– М.: Госэнергоиздат, 1957.– 352 с.

Материал поступил в редакцию 10.10.2008 г.